



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE SOLOS E ENGENHARIA RURAL
CURSO DE AGRONOMIA

WELISSON MACIEL BARBOSA

**DISPONIBILIDADE DE N, P, K EM NEOSSOLO REGOLITICO CULTIVADO
COM BATATA INGLESA SOB MANEJOS AGROECOLÓGICOS.**

**AREIA
2020**

WELISSON MACIEL BARBOSA

Disponibilidade de N, P, K em Neossolo Regolítico cultivado com batata inglesa sob manejos agroecológicos.

Trabalho de conclusão
apresentado à coordenação do curso
de Graduação em Agronomia do
Centro de Ciências Agrárias da
Universidade Federal da Paraíba, em
cumprimento às exigências para
obtenção do título de Engenheiro
Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Bruno de Oliveira Dias

Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Vânia da Silva Fraga

AREIA

2020

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

B238d Barbosa, Welisson Maciel.

Disponibilidade de n, p, k em neossolo regolítico
cultivado com batata inglesa sob manejos
agroecológicos. / Welisson Maciel Barbosa. - Areia,
2020.

34 f. : il.

Orientação: Bruno de Oliveira Dias.

Coorientação: Vânia da Silva Fraga.

Monografia (Graduação) - UFPB/CCA.

1. Remineralizadores. 2. Adubação orgânica. 3.
Biofertilizantes. I. Dias, Bruno de Oliveira. II.
Título.

UFPB/CCA-AREIA

WELISSON MACIEL BARBOSA

FOLHA DE APROVAÇÃO

Aprovado em 20 de abril de 2020

Trabalho de conclusão apresentado
à coordenação do curso de Graduação em
Agronomia do Centro de Ciências
Agrárias da Universidade Federal da
Paraíba, em cumprimento às exigências
para obtenção do título de Engenheiro
Agrônomo.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Bruno de Oliveira Dias
CCA/UFPB
(Orientador)



Prof^a. Dr^a. Vânia da Silva Fraga
CCA/UFPB
(Co-orientadora)



Eng^a. Agrônoma Geiziane de Fátima da Silva
PPGCS/CCA/UFPB
(Examinadora)



Eng. Agrônomo, M. Sc. Carlos Jardel Andrade Oliveira
PPGA/ CCA/UFPB
(Examinador)

À minha mãe Ivanilda Maciel e ao meu pai Joaquim Barbosa, por sempre acreditarem no meu potencial e irem de encontro as minhas escolhas, também a todos meus familiares e a aqueles que de alguma forma contribuíram para o meu crescimento acadêmico.

Dedico

Agradecimentos

A Deus que guia os passos em minha vida;

A minha mãe Ivanilda Maciel e meu pai Joaquim Barbosa , que sempre me apoiaram nos momentos pelos quais mais precisei, pelo amor e exemplo de vida que eles representam para mim, me transmitindo os mais valiosos saberes, compartilhando comigo cada vitória, cada derrota, cada lágrima e alegria.

A minha vó Josefa Barbosa e ao meu avô Raimundo Araújo por sempre me incentivarem e torcerem sempre pela minha vitória.

Meu eterno agradecimento a minha querida avó Maria das Dores e minha madrinha Rosilda Barbosa (*in memoriam*) que foram mulheres que deixaram muitas saudades e ensinamentos para minha vida. Uma avó e uma madrinha eternamente admirável, cuja convivência não pude compartilhar pelo tempo que gostaria.

Aos Professores Bruno Dias e Vania Fraga pela oportunidade, apoio e confiança na elaboração deste trabalho.

Aos meus amigos companheiros de Graduação Dimas Vicente, Elisandra Sousa, Eloyza Gomes ,Gustavo Kubo, Hinkley Alcântara, Junior Lima, Francisco de Assis e Renato Diniz que estiveram comigo sempre que precisei, agradeço por toda paciência que eles sempre tiveram. Vocês são grandes exemplos de amigos a serem seguidos.

Aos amigos Jardel Andrade, José Neto, Geiziane de Fátima, Fernando Julião Medeiros e Kalline Carneiro pelas oportunidades que me proporcionaram para que eu pudesse crescer intelectualmente, sendo meus grandes amigos durante todo esse tempo de universidade.

A amiga Thaysa Neves que embora não tenha continuado no curso de agronomia, me fez muito bem durante todo tempo que estivemos juntos, dona das melhores conversas que me faziam distrair e tirar um pouco do peso de estar longe da família, onde sempre encontrei um refúgio dos momentos tensos e uma companheira arretada para os momentos de descontração.

Ao amigo Wagner dos Santos que sempre colaborou com minhas pesquisas junto a ASPTA, se fazendo presente sempre que necessário compartilhando assim seus conhecimentos comigo.

A esta Universidade, seu corpo docente, direção e administração que oportunizaram a janela que hoje vislumbro um horizonte superior, pela acendrada

confiança no mérito e ética aqui presentes.

Aos meus amigos Jéssica Nóbrega e Edmilson Gomes que me acolheram sempre que foi preciso e foram de extrema importância, não somente nessa questão da acolhida mas como pessoas que me motivavam e animavam quando eu precisei.

Aos meus irmãos Rafaelly Maciel e Jefferson Maciel, que ao longo da graduação muitas vezes ficamos longe uns dos outros, mas nunca deixamos que nosso vínculo de irmãos fosse abalado, pelo contrário, quando nos reencontrávamos a festa era sempre garantida.

As minhas sobrinhas Dafne e Valentina que sempre foram motivo de alegria para mim, tornando o fardo menos pesado, pois todas as vezes que eu retornava para casa tinha a certeza de encontrar aquele abraço apertado e verdadeiro.

A minha querida família, primos, primas, tios e tias, enfim todos que sempre estiveram comigo em todos os momentos me dando suporte e motivação mesmo quando nem eu acreditava que poderia alcançar tamanho mérito.

Sou Grato!

Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível.

(Charles Chaplin)

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	12
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1 Batata inglesa.....	14
2.2 Exigência nutricional da cultura	15
2.3 Disponibilidade de nutrientes em Neossolo	16
2.4 Manejo agroecológico	16
2.5 Esterco bovino	18
2.6 Esterco caprino	19
2.7 Pó de rocha	20
2.8 Biofertilizante	21
3. METODOLOGIA.....	22
3.1 Análise das amostras de solo	24
3.2 Análise estatística	25
4.RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
5.CONCLUSÃO.....	30
6.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Quantidades de nutrientes extraídas do solo pela cultura da batata para produção de uma tonelada de tubérculos	15
Tabela 2: Manejos adotados pelos produtores de batata inglesa agroecológica na microrregião do agreste paraibano	23
Tabela 3: Tratamentos adotados no experimento	23

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Teores de Nitrogênio de Neossolos Regolíticos, na profundidade de 0-20 cm em função dos tratamentos utilizados, T1 = Esterco bovino + Pó de rocha + Biofertilizante, T2 = Esterco bovino + Biofertilizante, T3 = Esterco Bovino, T4 = Esterco Caprino, T5 = Esterco bovino + Pó de rocha 25

Figura 2: Teores de Nitrogênio de Neossolos Regolíticos , na profundidade de 20 – 40 cm em função dos tratamentos utilizados T1 = Esterco bovino + Pó de rocha + Biofertilizante, T2 = Esterco bovino + Biofertilizante, T3 = Esterco Bovino, T4 = Esterco Caprino, T5 = Esterco bovino + Pó de rocha 26

Figura 3: Teores de Fósforo de Neossolos Regolíticos , na profundidade de 0-20 cm em função dos tratamentos utilizados, T1 = Esterco bovino + Pó de rocha + Biofertilizante, T2 = Esterco bovino + Biofertilizante, T3 = Esterco Bovino, T4 = Esterco Caprino, T5 = Esterco bovino + Pó de rocha 27

Figura 4 : Teores de Fósforo de Neossolos Regolíticos , na profundidade de 20 - 40 cm em função dos tratamentos utilizados, T1 = Esterco bovino + Pó de rocha + Biofertilizante, T2 = Esterco bovino + Biofertilizante, T3 = Esterco Bovino, T4 = Esterco Caprino, T5 = Esterco bovino + Pó de rocha 28

Figura 5 : Teores de Potássio de Neossolos Regolíticos , na profundidade de 0 - 20 cm em função dos tratamentos utilizados, T1 = Esterco bovino + Pó de rocha + Biofertilizante, T2 = Esterco bovino + Biofertilizante, T3 = Esterco Bovino, T4 = Esterco Caprino, T5 = Esterco bovino + Pó de rocha 29

RESUMO

A baixa fertilidade natural dos solos da região semiárida nordestina, tem provocado uma reduzida produtividade das culturas cultivadas na região, a exemplo da batata inglesa. Diante desse cenário, a implantação de sistemas de manejos agroecológicos têm surgido como alternativa para favorecer a biociclagem dos nutrientes e melhorar a fertilidade dos solos. O trabalho teve como objetivo avaliar a disponibilidade dos nutrientes N, P e K em Neossolos Regolíticos cultivados com batata sob manejos agroecológicos. Foram selecionados três municípios produtores, Areial (07° 02' 52'' S 35° 55' 51'' O), Esperança (07° 01' 22'' S 35° 51' 36'' O) e Remígio (06° 54' 10'' S 35° 50' 02'' O) localizados na Microrregião do Agreste da Paraíba. Em cada município foram escolhidas cinco propriedades cujo o histórico era o cultivo de batata (*Solanum tuberosum* L.), com sistema de manejo diferenciados, a saber: T1 = Esterco bovino + Pó de rocha + Biofertilizante; T2 = Esterco bovino + Biofertilizante; T3 = Esterco Bovino; T4 = Esterco Caprino; T5 = Esterco bovino + Pó de rocha. Foram coletadas amostras simples de solo na profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm em cada área de estudo, nas linhas de plantio, em transecto cruzando a área, a partir das amostras simples foram constituídas amostras compostas onde foram misturadas as 10 amostras simples de cada área em separado, como também de cada profundidade, sendo feitas repetições em duplicata e levadas para o Laboratório de Matéria Orgânica do Solo do Departamento de Solo e Engenharia Rural do Centro de Ciências Agrárias-CCA/UFPB. Os parâmetros avaliados foram os teores de N, P e K, o esterco caprino promoveu uma maior disponibilidade do nutriente nitrogênio; a associação de esterco bovino e pó de rocha, contribuiu com a maior disponibilidade de fósforo e para o nutriente potássio, a aplicação de esterco bovino associado ao pó de rocha e ao biofertilizante favoreceu o incremento dos teores no Neossolo Regolítico.

Palavras chave: Remineralizadores. Adubação orgânica. Biofertilizantes.

ABSTRACT

The low natural fertility of the soils of the northeastern semi-arid region has caused a reduced productivity of the crops grown in the region, such as the English potato. In view of this scenario, the implementation of agroecological management systems has emerged as an alternative to favor the biocycling of nutrients and improve soil fertility. The work aimed to evaluate the availability of nutrients N, P and K in Regolitic Neossols grown with potatoes under agroecological management. Three producing municipalities were selected, Areial (07° 02' 52" S 35° 55' 51" O), Esperança (07° 01' 22" S 35° 51' 36" O) and Remígio (06° 54' 10" S 35° 50' 02" O) located in the Microregion of Agreste da Paraíba. In each municipality, five properties were chosen whose history was the cultivation of potatoes (*Solanum tuberosum* L.), with a different management system, namely: T1 = Bovine manure + Rock powder + Biofertilizer; T2 = Bovine manure + Biofertilizer; T3 = Cattle Dung; T4 = Goat manure; T5 = Bovine manure + Rock powder. Simple soil samples were collected at depths of 0-20 cm and 20-40 cm in each study area, in the planting lines, in transect crossing the area, from the simple samples, composite samples were formed where the 10 samples were mixed each area separately, as well as each depth, with repetitions being made in duplicate. and taken to the Soil Organic Matter Laboratory of the Department of Soil and Rural Engineering of the Center for Agricultural Sciences-CCA / UFPB. The evaluated parameters were the levels of N, P and K the goat manure promoted a greater availability of the nutrient nitrogen; the association of bovine manure and rock powder, contributed to the greater availability of phosphorus and for the potassium nutrient, the application of bovine manure associated with rock powder and biofertilizer favored the increase of the levels in the Regolitic Neossol

Keywords: Remineralizer. Organic fertilization. Biofertilizer.

1.INTRODUÇÃO

A batata (*Solanum tuberosum* L.) tem sido cultivada no agreste paraibano devido as condições edafoclimáticas serem favoráveis para cultura, onde também exerce papel importante na economia local, apesar da importância socioeconômica desta cultura para o Estado da Paraíba, tem-se constatado que nos últimos anos sua produtividade, e principalmente a qualidade dos seus produtos, vêm caindo, passando de 6 t.ha⁻¹ para 4 t.ha⁻¹. Essa redução deve-se, dentre outros fatores, pela baixa fertilidade dos solos da região produtora, principalmente matéria orgânica, nitrogênio e fósforo. Acrescente-se o esgotamento do solo, por meio dos cultivos sucessivos, ano após ano, as condições de riscos no plantio sob condições de sequeiro, decorrentes das irregularidades climáticas, o manejo inadequado do solo, o uso inadequado dos adubos orgânicos pela maioria dos agricultores, e em algumas situações distribuição de batata semente de má qualidade (IBGE, 2018).

Na região Nordeste destacam-se os estados da Bahia e Paraíba que são os maiores produtores, isso se deve a fatores que proporcionam o desenvolvimento da cultura, como por exemplo os solos e as condições climáticas favoráveis. Na Paraíba a área plantada em 2017 foi de 45 ha, com um rendimento médio de 6 t.ha⁻¹, isso muda em 2018 com uma área plantada de apenas 15 ha e sua produção média de 4 t.ha⁻¹. Grande parte do que é produzido é proveniente principalmente da agricultura familiar, realizada em pequenas áreas do agreste Paraibano (IBGE, 2018).

Os solos utilizados para a produção da batata na microrregião do agreste da Paraíba é quase completamente classificado como Neossolo Regolítico, e sua textura arenosa é suscetível a lixiviação intensa. Este é um solo caracterizado pela baixa fertilidade natural, também caracteriza-se como solo distrófico o que significa dizer que a saturação de bases é inferior a 50%, portanto, com um teor de acidez significativo, quanto ao teor de nitrogênio, potássio e matéria orgânica também é baixo reforçando a afirmação de que se trata de um solo de baixa fertilidade. (Brasil, 1972)

O Neossolo Regolítico é um tipo de solo que apresenta baixa capacidade de adsorção de nutrientes, quando comparado com solos argilosos (Tito et al., 1997). Apesar dessas limitações, na microrregião do estado da Paraíba, este solo é intensamente utilizado na agricultura recebendo, anualmente, grandes quantidades de matéria orgânica (TITO et al., 1997).

Como a fertilidade do solo é classificada baixa e o regime das chuvas variando bastante, podendo haver inclusive a escassez de água e além disso baixo poder aquisitivo dos agricultores para compra de insumos, a produtividade agrícola de pequenas áreas rurais da

Paraíba é limitada, e por muitos anos, os agricultores familiares usam esterco bovino e caprino, pó de rocha e biofertilizante para produzir batata inglesa com viés agroecológico. Além disso, os produtores de batata inglesa dessa região retiram os insumos orgânicos de suas próprias áreas quando o mesmo também é criador, caso contrário compram de propriedades circunvizinhas, o que facilita o transporte e reduz os custos (MENEZES et al., 2002; SILVA & MENEZES, 2007; SANTOS et al., 2009; SANTOS, SILVA & BESERRA, 2014).

No caso dos Neossolos Regolíticos, a adubação orgânica é essencial por aumentar os teores de matéria orgânica, melhorar a fertilidade pelo aumento da capacidade de troca catiônica, liberação de nutrientes, além de proporcionar melhorias físicas, como por exemplo, agregação das partículas, a estruturação e estabilidade estrutural do solo, melhora a capacidade de retenção de água e favorece a fauna microbiológica (NASCIMENTO, 2003; SANTOS et al., 2006).

No entanto, devido à aplicação contínua de adubo orgânico por muitos anos sem nenhum critério ou recomendação técnica e influenciado pela textura do solo, arenosa, no decorrer do tempo corre acúmulo excessivo de nutrientes no solo, fazendo com que os mesmos migrem na direção vertical, potencializando a perda por lixiviação (SILVA et al. 2007; GALVÃO, SALCEDO & OLIVEIRA, 2008).

Em geral, nos solos do semiárido nordestino, os nutrientes N e P encontram-se, em baixa disponibilidade, o que limita significativamente a produtividade vegetal (SAMPAIO et al., 1995). Em função desses fatores, nesse tipo de solo, a adubação orgânica quando aplicada se torna vantajosa, pois diminui as perdas de nutrientes por lixiviação, aumentando os teores na solução do solo e favorecendo a absorção dos mesmos pelo sistema radicular das culturas (OLIVEIRA et al., 2001; PIMENTEL et al., 2009; SILVA et al., 2007).

O objetivo do trabalho foi avaliar a disponibilidade dos nutrientes N, P e K em Neossolos Regolíticos cultivados com batata sob manejos agroecológicos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Batata inglesa

A batata (*Solanum tuberosum* L.) é a olerícola de maior importância comercial para o Brasil em função de seu alto potencial de rendimento bem como suas propriedades nutricionais, e sua versatilidade de uso culinário tornando-a essencial para alimentação humana. É a terceira cultura alimentar mais importante do planeta, e a primeira commodity não grão, estima-se que mais de um bilhão de pessoas consomem batata diariamente no mundo (EMBRAPA, 2015).

De acordo com Associação Brasileira da Batata (ABBA), o agronegócio da batata envolve em torno de 5 mil produtores em 30 regiões de sete estados brasileiros (MG, SP, PR, RS, SC, GO e BA). A maior parte da produção nacional é comercializada *in natura*, sendo apenas 10% destinados ao processamento industrial, nas formas de pré-frita congelada, chips e batata palha. Comparado aos dois terços da produção destinados ao processamento nos países do Nordeste da Europa, o uso industrial é muito baixo no Brasil. Portanto, no país ainda há muito espaço para crescimento do processamento industrial, que é uma tendência irreversível, tendo em vista a mudança de hábitos da população que cada vez mais faz as suas refeições fora de casa; a necessidade de produtos de preparo mais rápido. Estas mudanças de comportamento têm reflexo direto na forma de consumo (EMBRAPA, 2015).

A cultura da batata requer temperaturas amenas para que ocorra tuberização abundante, que garanta boa produtividade aliada à qualidade de tubérculos com temperatura ideal para o cultivo na faixa de 10° C a 22° C representando a maioria dos resultados obtidos em várias partes do mundo, sendo que a maioria das cultivares comerciais tuberiza melhor em temperaturas médias pouco acima de 15° C, onde dados mais precisos apontam esta faixa entre 15° C e 18° C, e que temperaturas noturnas acima de 22° C reduzem significativamente a produção de tubérculos (HAEDER & BERINGER, 1983).

As exigências climáticas da batata são peculiares, embora a faixa ótima de temperatura para o cultivo de batata esteja entre 15 °C e 22 °C, em ambientes com maior intensidade luminosa, essas temperaturas podem ser mais elevadas, então é importante levar em consideração ainda que a alta amplitude térmica, eleva a temperatura e o alongamento do fotoperíodo durante o ciclo resultando em um crescimento exagerado na parte aérea o que provoca o acamamento da planta, retardando a tuberização (FILGUEIRA, 2000). Na região do estudo tivemos temperaturas variando entre 22 a 26°C durante o ano, e um período com

temperaturas noturnas que chegam aos 15 °C. O período com maiores volumes de precipitações está concentrado entre os meses de abril a julho, com média anual de 800 mm e umidade relativa do ar em torno de 80% (AESAs, 2018).

2.2 Exigência nutricional da cultura

O conhecimento das quantidades de nutrientes extraídos do solo pela cultura da batata é de suma importância para o manejo adequado da adubação. A batateira é uma planta de crescimento/desenvolvimento rápido e bastante exigente em nutrientes. Dependendo do nível de produtividade, as quantidades de nutrientes extraídas e exportadas podem variar, embora não haja, necessariamente, uma relação direta entre esses fatores, pois podem existir diferenças na eficiência de utilização dos nutrientes por influência de outros fatores tais como cultivar, teor de água no solo, solo, clima, espaçamento, partes da planta e cultivares (Paula et al., 1986). As quantidades aproximadas de nutrientes necessárias para a batata encontram-se abaixo:

Tabela 1: Quantidades de nutrientes extraídas do solo pela cultura da batata para produção de uma tonelada de tubérculos.

Macronutrientes (Kg)	Micronutrientes (g)
Fósforo: 0,3 – 1,2	Manganês: 5,4 – 24,1
Potássio: 3,7 – 13,3	Cobre: 0,6 – 3,9
Nitrogênio: 2,4 – 8,2	Ferro: 32,9 – 136,6
Cálcio: 0,4 – 3,0	Zinco: 3,4 – 12,0
Magnésio: 0,2 – 0,9	Boro :1,4 – 9,0
Enxofre: 0,2 – 1,5	

Fonte: Fernandes e Soratto (2012).

Aproximadamente 78% do fósforo (P), 68% do potássio (K), 65% do nitrogênio (N), 65% do enxofre (S), 33% do magnésio (Mg) e 9% do cálcio (Ca) absorvidos pela batateira são acumulados nos tubérculos. Quanto aos micronutrientes, cerca de 49% do cobre (Cu), 45% do boro (B) e 41% do zinco (Zn) absorvidos pela cultura ao longo do ciclo são acumulados nos tubérculos, enquanto a absorção de ferro (Fe) e manganês (Mn) representa 20% e 11%, respectivamente, do total absorvido pela planta de batata (Feltran & Lemos, 2001).

Pesquisas relacionadas ao manejo nutricional orgânico da batateira vêm sendo publicadas com certa frequência: (VAN DELDEN ,2001) estudou o fornecimento de nitrogênio no crescimento e na produtividade da batateira em sistema orgânico, em vista da dificuldade de sincronizar a sua disponibilidade com a demanda durante o crescimento. Obtiveram maiores produtividades de tubérculos quando combinaram a incorporação de crotalária- júncea com a de esterco antes do plantio da batata (SILVA *et al.* 2007).

2.3 Disponibilidade de nutrientes em Neossolos

Os Neossolos Regolíticos são originados por meio das alterações de granitos e gnaisses, decorrem em relevos variando de plano a ondulado e indicam segmentos de horizontes A-C. A textura varia de arenosa a franco-arenosa e a estrutura de grãos simples a maciça, comumente, solos eutróficos, com baixas concentrações de carbono orgânico total e P, além de baixa capacidade de troca de cátions, sendo também distrófico. Em relação aos componentes mineralógicos, são basicamente estruturados por quartzo, com permanente incidência de feldspatos (SANTOS *et al.*, 2012)

Esta classe de solo ocorre em relevo plano ou suave ondulado, apresenta textura arenosa ao longo do perfil e cor amarelada uniforme abaixo do horizonte A, que é ligeiramente escuro. Considerando-se o relevo de ocorrência, o processo erosivo não é alto, porém, deve-se precaver com a erosão devido à textura ser essencialmente arenosa.

2.4 Manejo agroecológico

O manejo do solo em áreas nas quais são conduzidos sistemas agroecológicos de produção prevê um conjunto de práticas integradas, em conformidade com as normas preconizadas para a produção orgânica e adaptadas para condições edáficas, climáticas e sistemas de produção específicos.

Carmo (2008) menciona que a abordagem agroecológica aproxima os pesquisadores dos agricultores, resgatando seu conhecimento, vivenciando as suas práticas, para desenvolver agroecossistemas com uma dependência mínima de insumos externos, sejam de natureza química ou energética. O propósito é o estabelecimento de um agroecossistema harmonioso entre plantas, solo, nutrientes, luz solar, umidade e organismos coexistentes, visando mitigar

as perturbações oriundas dos sistemas considerados “modernos” de produção agrícola. Contudo, esclarece que a intenção é a otimização do sistema como um todo a longo prazo e não de altos níveis de produtividade no curto prazo, sem considerar os impactos ambientais, sociais e econômicos.

A rotação de culturas vista também nas práticas de manejo agroecológico é a alternância de culturas no espaço e no tempo, dentro de uma mesma lavoura, onde uma espécie vegetal não é cultivada novamente em um mesmo local nos próximos dois anos (GOMES et al., 2002a). O monocultivo acarreta, ao longo do tempo, aumento nos custos de produção, redução da produtividade das culturas, degradação química do solo, erosão, aumento na incidência de doenças, pragas e plantas daninhas, bem como outros problemas relacionados à qualidade física e biológica do solo (SANTOS & REIS, 2001). A rotação de culturas também diversifica as atividades da propriedade rural, seja entre culturas anuais ou entre estas e pastagens, demandando planejamento da propriedade a médio e longo prazos. A definição das culturas e do sistema a ser adotado deve atender às particularidades e perspectivas regionais quanto à comercialização e/ou utilização dos produtos pelo produtor.

Do mesmo modo temos o consórcio de culturas, atualmente o consumo de olerícolas no mundo tem aumentado devido à crescente demanda por alimentos. Para atendê-la torna-se necessário o uso de técnicas que proporcionem um melhor aproveitamento dos recursos naturais disponíveis (PAIVA et al., 2016). Dentre os sistemas de produção que podem contribuir para esse objetivo está a consorciação de culturas, cuja consiste no cultivo simultâneo de duas ou mais espécies com diferentes ciclos e arquiteturas vegetativas, exploradas na mesma área em um mesmo período de tempo, sendo que não necessariamente tenham sido semeadas ao mesmo tempo (PINTO et al., 2011; ALBUQUERQUE et al., 2012).

Esse arranjo possibilita a redução dos riscos recorrentes das variações climáticas; reduz gastos com capinas, controle de pragas e doenças; auxilia os agricultores a produzirem mais eficientemente seus alimentos; possibilita grande variação de alimentos para os produtores seja para consumo interno ou para fornecer ao mercado (SANTOS et al., 2007).

Maia et al. (2014) enfatizam que a agricultura familiar desenvolve suas práticas agrícolas baseadas na propriedade dos meios de produção, envolvendo a participação de toda a família, além de ser desenvolvida no próprio local de moradia dos agricultores. O agricultor familiar procura produzir tanto para o autoconsumo como para comercialização.

2.5 Esterco Bovino

Dentre os insumos orgânicos, o esterco bovino é a fonte mais utilizada, especialmente em solos pobres em matéria orgânica (FILGUEIRA, 2008). Isso porque ele atua como agente condicionador do solo, capaz de melhorar substancialmente muitas de suas características físicas e químicas, através da retenção de água em solos arenosos e a variação de temperatura dos solos, proporcionando acúmulo de nitrogênio orgânico, auxiliando no aumento do seu potencial de mineralização e disponibilidade de nutrientes para as plantas, reduzindo o uso de fertilizantes (TEJADA et al., 2008).

O esterco é um dos resíduos orgânicos com maior potencial de uso como fertilizante, principalmente por pequenos agricultores (ALVES et al., 2005). Com a intensificação da degradação ambiental aumentou o interesse pelo uso desse material, contribuindo assim para uma agricultura mais sustentável (RODRIGUES et al., 2008). Sendo esse elemento a fonte mais utilizada pelos olericultores, devendo ser empregado especialmente em solos pobres em matéria orgânica devido ao fato das hortaliças apresentarem um bom desempenho a este tipo de adubação, tanto em produtividade como em qualidade dos produtos obtidos, apresentando assim características superiores aos fertilizantes sintéticos (BULLUCK et al., 2002).

A quantidade de esterco e outros resíduos orgânicos a ser adicionada em determinada área depende, entre outros fatores, da composição e do teor de matéria orgânica dos referidos resíduos, classe textural e nível de fertilidade do solo, exigência nutricional da cultura explorada e condições climáticas regionais (DURIGON et al., 2002).

Além do benefício como fonte de nutrientes e de aumentar os teores de matéria orgânica, a utilização de esterco bovino melhora a estrutura do solo aumentando a capacidade de infiltração da água da chuva e da atividade microbiana do solo, solubilizando ou complexando alguns metais tóxicos ou essenciais às plantas, como ferro (Fe), zinco (Zn), manganês (Mn), cobre (Cu) e cobalto (Co) (MENEZES; SALCEDO, 2007; BASSO et al., 2008).

No que se refere ao aumento da produção proveniente de adubação orgânica mais precisamente o uso de esterco bovino tendo em vista a produtividade para fins comerciais, pois os produtores além de consumirem do seu produto, boa parte é comercializada e justamente é nessa porcentagem da produção que o pequeno produtor tem seu lucro

financeiro, então o uso de esterco bovino foi eficiente em outros trabalhos na mesma região sendo usado como fonte de nutriente para cultura da batata, sua eficácia foi comprovada por ter proporcionado aumento no rendimento da cultura, principalmente da produção comercial, que é a de maior importância para os produtores. (BORCHARTT et al., 2011)

2.6 Esterco Caprino

Segundo os dados do IBGE (2015), a criação de caprinos alcançou o total de 9,61 milhões de cabeças em 2015 e a região nordeste detém 92,7% do efetivo nacional, e os maiores produtores estaduais são: Bahia, Pernambuco, Piauí e Ceará, que respondem com 27,4%, 25,3%, 12,8 e 11,6% desse total, respectivamente. Dentre os subprodutos produzidos nessa atividade, o esterco caprino constitui uma excelente alternativa para adubação orgânica pelos produtores de batata Inglesa (*Solanum tuberosum* L.) , principalmente no semiárido do nordeste, que tem uma população mais carente.

Por ser produzido na própria propriedade, diminui a dependência de insumos externos e promove melhorias para o meio ambiente (LINHARES et al., 2013). Devido ao seu baixo teor de umidade, as fezes caprinas apresentam formatos arredondados, chamados de cíbalas ou bolotas e são mais secas, o que facilita seu manejo nos cultivos, e é usado como adubo para culturas agrícolas em geral, com exceção de plantas cerealíferas, como o milho, porque favorece o desenvolvimento excessivo da parte foliácea da planta (SILVA; DINIZ & ROSADO, 2015).

O esterco caprino tem elevado potencial para ser utilizado, quando comparado ao esterco bovino pelo fato de ser mais concentrado seu teor de matéria orgânica acaba sendo maior , apesar da carência de estudo quanto à sua utilização (ALVES & PINHEIRO, 2008). Santos et al. (2001), verificaram maior teor de N e relação C/N no esterco bovino em comparação ao esterco caprino que apresentou maiores teores de P, K e matéria orgânica.

Nesse sentido, FIGUEIREDO et al. (2012) afirmam que para a utilização eficiente de estercos, torna-se importante conhecer a dinâmica de mineralização de nutrientes, e assim, otimizar a sincronia entre a demanda da cultura e a disponibilidade dos nutrientes no solo, para evitar a imobilização ou a rápida mineralização de nutrientes durante os períodos de alta ou de baixa demanda.

O uso do esterco caprino ainda é bastante limitado, pelo fato dos criadores venderem a produção para complementar a renda da família, sendo necessária uma maior conscientização em relação aos benefícios da sua utilização como adubo orgânico na produção dos cultivos agrícolas (MELO et al., 2009).

2.7 Pó de Rocha

O uso de rochas moídas usadas como remineralizadores e fontes agrominerais com fins de fertilização do solo é conhecido como rochagem e, embora possa parecer uma novidade, já é praticado há vários anos, tendo como exemplos as práticas agrícolas da calagem e a fosfatagem (MEERT et al., 2009). Esta técnica tem despertado a atenção de pesquisadores em todo o mundo como uma das alternativas às fontes convencionais de nutrientes.

A técnica de rochagem se baseia na adição de pó de rocha de variados tipos de rochas ou minerais com capacidade de alterar positivamente a fertilidade dos solos (WELTER et al., 2011). A rochagem pode ser considerada como um tipo de remineralização, onde o pó de rocha é utilizado para rejuvenescer solos pobres ou lixiviados, sendo fonte natural de fósforo, potássio, cálcio e magnésio, além de uma série de micronutrientes indispensáveis à nutrição vegetal (THEODORO et al., 2000, 2006). Essa tecnologia pretende modificar a tendência no uso de insumos químicos, bem como tornar-se uma prática acessível ao agricultor, especialmente pelo seu baixo custo (THEODORO et al., 2006). Devido ao baixo teor de nutrientes em formas solúveis em rochas, há a necessidade de utilizar processos físicos, químicos ou biológicos para que sejam disponibilizados seus componentes minerais. (HARLEY & GILKES, 2000).

Atualmente, as famílias agricultoras estão adotando o sistema de produção de batata em base agroecológica, onde estão utilizando esterco caprino e bovino e também o biofertilizante como fonte de adubação, o que não é suficiente para atender a demanda nutricional da cultura em função a demanda da cultura por mais fontes de nutrientes, exigindo, portanto, altas quantidades que, muitas vezes, oneram os custos de produção da cultura. Visando amenizar essa problemática, podem ser usados outros produtos alternativos capazes de melhorar a fertilidade do solo e aumentar a produtividade da cultura da batata na região. Dentre esses, destacam-se o uso de pó de rocha que se constitui insumo natural de baixo custo, técnica simples de utilização, acessível à condição econômica dos agricultores

familiares e que pode contribuir significativamente para promover maiores produtividades de batata e melhoria socioeconômica do pequeno agricultor (SANTOS et al. , 2014).

A aplicação contínua de pó de rocha promove a construção de solo produtivo de maneira ecologicamente correta e economicamente sustentável, tornando-se um insumo indispensável para o gerenciamento ecológico do solo e atendendo às necessidades dos agricultores familiares para melhorar a fertilidade do solo agrícola (BARRETO, 1998). Entre o pó das rochas, destaca-se o método de análise de tamanho de partículas, cujo objetivo é o desenvolvimento de melhores resultados para o solo, para que os nutrientes do produto possam ser utilizados para atender às necessidades das plantas cultivadas, prolongando a vida útil e reduzindo a perda de lixiviados.

2.8 Biofertilizante

O uso de biofertilizantes vem sendo recomendado, de forma frequente, na agricultura orgânica como forma de manter o equilíbrio nutricional das plantas em macro e micronutrientes sendo ele um produto líquido gerado por meio da metabolização ou fermentação da matéria orgânica, apresenta como uma de suas características, ser rico em material orgânico (húmus), resultando em grande poder de fertilização. São adubos produzidos de diversas maneiras e que utilizam ingredientes disponíveis na propriedade (como esterco, leite, caldo de cana, cinzas etc.) que podem ser enriquecidos com pó de rocha, microrganismos eficazes, entre outros. Eles podem ser produzidos de forma aeróbica ou anaeróbica podendo ser aplicados de forma direta no solo ou via foliar através pulverização (PINHEIRO & BARRETO, 2000; PENTEADO, 1999).

Dentre os insumos orgânicos, o biofertilizante é considerado um adubo vivo, pois é constituído de microrganismos resultante da decomposição da matéria orgânica (animal ou vegetal), pela fermentação microbiana, com ou sem a presença de oxigênio, ocorrida em meio líquido (PENTEADO, 2010). De fácil aquisição, em decorrência de que geralmente são compostos de excrementos de animais, pode ser produzido pelo próprio agricultor, gerando economia com insumos importados e, ainda, promovendo melhorias no saneamento ambiental (MEDEIROS et al., 2007). Seu uso no solo tem sido empregado nas mais diversas culturas, pois vêm mostrando ser útil e de baixo custo, seja como única fonte de nutrientes ou juntamente com adubos minerais (FREIRE et al., 2010). Na batata-doce esse insumo orgânico

promove melhora no seu crescimento e aumenta a produção e a qualidade das raízes (SILVA et al., 2002).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado em três municípios: Areial (07° 02' 52'' S 35° 55' 51'' O), Esperança (07° 01' 22'' S 35° 51' 36'' O) e Remígio (06° 54' 10'' S 35° 50' 02'' O) localizados na Microrregião do Agreste da Paraíba, porção Oriental do estado.

De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima da região é do tipo As' (tropical úmido) com estação seca de dezembro a fevereiro e temperatura variando entre 22 a 26° C durante o ano, e um período com temperaturas noturnas que chegam aos 15° C. O período com maiores volumes de precipitações está concentrado entre os meses de abril a julho, com média anual de 800 mm e umidade relativa do ar em torno de 80 % (AESAs, 2018).

O solo dominante nas áreas amostradas foi classificado como Neossolo Regolítico eutrófico tendo uma boa saturação por base, isso provavelmente devido a sua rocha matrix ser feldspatos potássico, o que torna auto os teores de K nesse solo (SiBCS , 2018), de textura arenosa a franco-arenosa com relevo ondulado a suave-ondulado. A pluviosidade média anual é de 800 mm com regime de chuvas unimodal distribuídas entre os meses de março a agosto, embora tanto a média anual quanto sua distribuição possam ser bastante variáveis (SABOURIN et al., 2000).

Foram selecionados três municípios que produzem batata-inglesa agroecológica, onde em cada município foram selecionados cinco propriedades chegando ao total de 15 cuja seus proprietários adotaram diferentes tipos de manejo agroecológico, no entanto foram feitas visitas as áreas escolhidas para obter informações do manejo da cultura e conhecimento da realidade enfrentada pelos produtores.

Durante as visitas foram aplicados questionários com os agricultores para identificar o histórico de uso e manejo das áreas selecionadas, para que desenvolvêssemos parâmetros que pudessem ser viáveis nas avaliações, então como partes que compõem um manejo vimos a necessidade de avaliar os teores de N, P e K a partir das formas que os adubos eram usados e também das suas misturas em uso simultâneo, sem deixar de avaliar os mesmos a partir das praticas conservacionistas adotadas.

Tabela 2: Manejos adotados pelos produtores de batata inglesa agroecológica na microrregião do agreste paraibano

Municípios	Aubos Orgânicos	Práticas Conservacionista
	Esterco Bovino	
	Esterco caprino	Rotação de culturas
		Consortiação de culturas
Esperança, Areial e Remígio	Pó de Rocha	
	Biofertilizante	

Tabela 3: Tratamentos adotados no experiemnto:

T1: Pó de rocha (PR) + Esterco bovino (EB) + Biofertilizante (BIO)

Adotado como fonte de nutrientes para as plantas, os produtores adquiriram o pó de rocha na sede da AS-PTA, situada na comunidade de São Miguel distrito de Esperança que compra o produto da MIBASA[®] – Mineradora Barretos –SA. Os agricultores espalham o pó de rocha na superfície do solo da área a ser cultivada com ajuda de arados e enxadas juntamente com o esterco bovino que foi oriundo da própria área do produtor, ou adquirido de vizinhos que tem criações. Já o biofertilizante é usado na parte aérea da planta, portanto algumas gotículas vem a cair no solo o que de certa forma pode vir a alterar sua fertilidade.

T2: Esterco bovino (EB) + Biofertilizante (BIO)

O esterco bovino foi aplicado no solo com diferentes finalidades, principalmente para o aproveitamento como fertilizantes, visando o rendimento da culturas, foram aplicados de modo que as áreas das covas das plantas sejam as mais favorecidas no processo de adubação com o esterco e como foi citado acima também se fez uso do Biofertilizante, aplicado na parte aérea da cultura.

T3: Esterco Bovino (EB)

É importante afirmar que não foi adotado uma quantidade padrão nas quais os produtores usavam, porém o que sabemos é que a prática é realizadas a muito tempo, alguns produtores não sabem quando começaram a usar o esterco, mas afirmaram que usam regularmente de acordo com um tempo estipulado por eles, em geral anualmente.

T4: Esterco Caprino (EC)

Pouco usado, porém um produtor afirmou que fazia o uso, no que diz respeito as quantidades usadas, assim como o esterco bovino ele não estipula uma quantidade padrão e faz o uso em um espaço de tempo estipulado de um ano.

T5: Pó de rocha (PR) + esterco Bovino (EB)

Nesse tratamento além dos agricultores fazerem o uso do pó de rocha ainda enriquecem a adubação com a utilização do esterco que é proveniente da própria propriedade, evitando assim custos com a compra, como também podem ser advindos de propriedades vizinhas. O biofertilizante pode ser produzidos de diversas maneiras e que utilizam ingredientes disponíveis na propriedade (como esterco, leite, caldo de cana, cinzas etc.) que podem ser enriquecidos com pó de rocha, microrganismos eficazes, entre outros, esses ingredientes foram colocados junto com água em tambores de plástico, o recipiente foi fechado com uma tampa que deve ser furada no centro, por onde ficará a saída do gás que é produzido no seu processo de fermentação o modo de aplicação foi por via foliar, de maneira que pegasse em todas as folhas em forma de pulverização.

3.1 Análise das amostras de solo

Em cada uma das cinco áreas escolhidas foram coletadas 10 amostras simples de 0-20 outras de 20-40 cm de profundidade, nas linhas de plantio, em transecto cruzando a área. A partir das amostras simples foram constituída uma amostra composta por área e por camada de solo. Retirou-se uma amostra de aproximadamente 5 gramas de solo seco ao ar passado em peneira de 2 mm, logo após foi macerado e passado em peneira de 100 mesh toda a amostra. Com as amostras compostas de solo foram realizadas as determinações de P com Melich-1 e utilizou-se o colorímetro e o K com fotômetro de chama (MURPPHY & RILEY, 1962).

Foi determinado o teor de Carbono total (COT) nas amostras através da metodologia seguindo (SNYDER & TROFYMOW, 1984), Com os valores obtidos nas leituras do carbono total realizou-se a estimar o N calculado pela relação C/N onde:

$$\frac{C}{N} = \frac{12}{1}$$

Nas análises de solo é essa relação, cerca de 95% do N está associado ao C, portanto, vem a relação 12 C e 1 N.

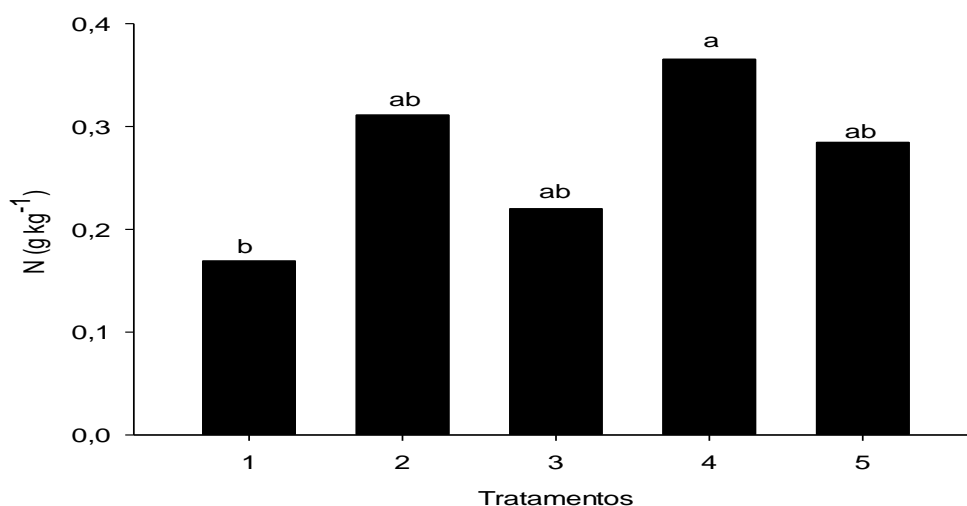
3.2 Análise estatística

Os dados foram submetido a análise de variância, utilizando-se para os fatores qualitativos o teste de Tukey ($p \leq 0,05$) através do software SISVAR[®] 6.1.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

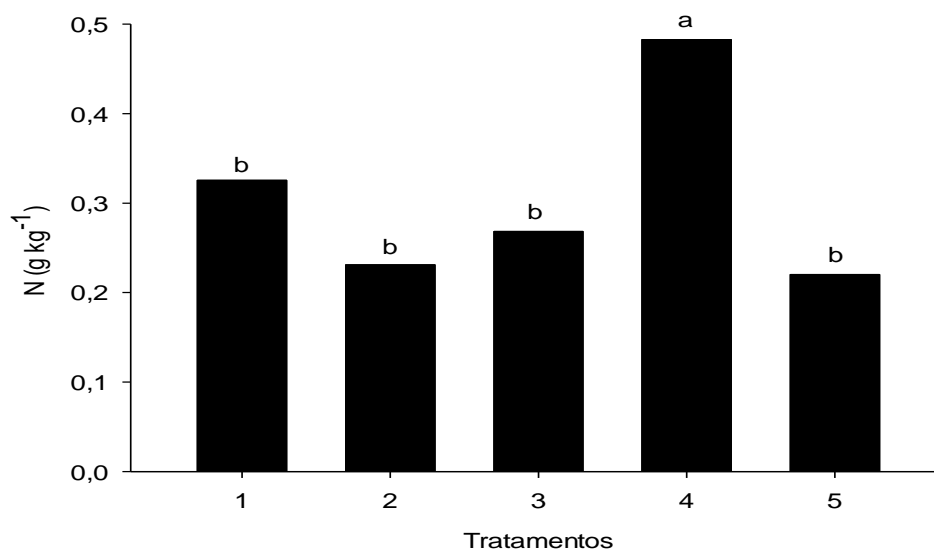
De acordo com resultados obtidos pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$) para os teores de Nitrogênio nas profundidades de 0-20 cm (Figura 1) observa-se, a aplicação de esterco caprino de modo isolado proporcionou uma maior disponibilidade desse nutriente em comparação com o tratamento onde se utilizou esterco bovino + pó de rocha + biofertilizante (T1), entretanto, não houve diferença significativa entre os demais tratamentos avaliados. Essa maior disponibilidade provavelmente deve-se a forma física com que o esterco se encontra no solo, por ser de formato esférico e com reduzida superfície específica, pode ocorrer uma elevada concentração de N no solo.

Figura 1: Teores de Nitrogênio de Neossolos Regolíticos , na profundidade de 0-20 cm em função dos tratamentos utilizados, T1 = Esterco bovino + Pó de rocha + Biofertilizante; T2 = Esterco bovino + Biofertilizante; T3 = Esterco Bovino; T4 = Esterco Caprino; T5 = Esterco bovino + Pó de rocha.



O esterco de caprino é classificado como um dos adubos mais ativo e concentrado em nutrientes, ALVES e PINHEIRO (2008) demonstram em suas experiências que 250 kg de esterco de cabra, produzem o mesmo efeito que 500 kg de esterco bovino.

Figura 2 : Teores de Nitrogênio de Neossolos Regolíticos , na profundidade de 20 – 40 cm em função dos tratamentos utilizados T1 = Esterco bovino + Pó de rocha + Biofertilizante; T2 = Esterco bovino + Biofertilizante; T3 = Esterco Bovino; T4 = Esterco Caprino; T5 = Esterco bovino + Pó de rocha.



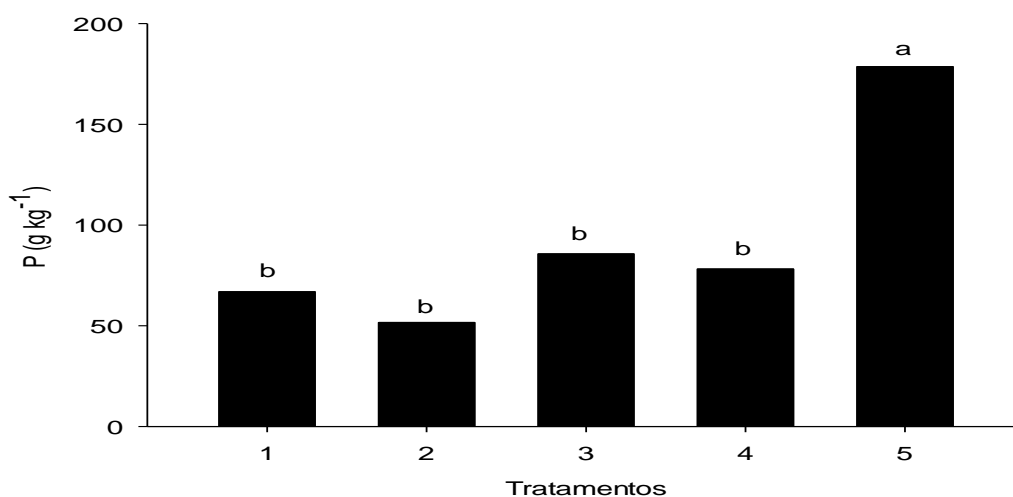
Resultados semelhantes foram encontrados na profundidade de 20-40 cm (Figura 2), mostrando que o esterco caprino atinge níveis mais profundos do solo. Esse fato é preocupante, uma vez que o teor de N do esterco caprino aumentou na profundidade de 20 – 40 cm podendo ser lixiviado para longe do sistema radicular da cultura.

Há, porém, poucos dados existentes na literatura quanto ao seu uso, o esterco caprino tem grande colaboração no aumento de N devido na adubação dos solos arenosos como é o caso das áreas cultivadas com batata, na microrregião do agreste paraibano, em que os tratamentos foram aplicados.

Apesar de não ter tido um tratamento exclusivo apenas com pó-de-rocha neste trabalho, pesquisas realizadas por SILVEIRA e LIMA (2007) destacam que a mistura de esterco com pó-de-rocha proporcionou um maior rendimento na altura e no diâmetro de algumas culturas. Segundo os autores, o pó-de-rocha necessita de mais tempo para a

solubilização dos minerais e liberação dos elementos. LOPES-ASSAD et al. (2006), destacam a ação de ácidos orgânicos produzidos pela microbiota do solo, principalmente fungos do gênero *Aspergillus*, os quais tem a capacidade de acidificar o meio, desestabilizando os minerais presentes em rochas pouco solúveis, liberando nutrientes que podem ser mais rapidamente aproveitados pelas plantas.

Figura 3: Teores de Fósforo de Neossolos Regolíticos, na profundidade de 0-20 cm em função dos tratamentos utilizados, T1 = Esterco bovino + Pó de rocha + Biofertilizante; T2 = Esterco bovino + Biofertilizante; T3 = Esterco Bovino; T4 = Esterco Caprino; T5 = Esterco bovino + Pó de rocha.

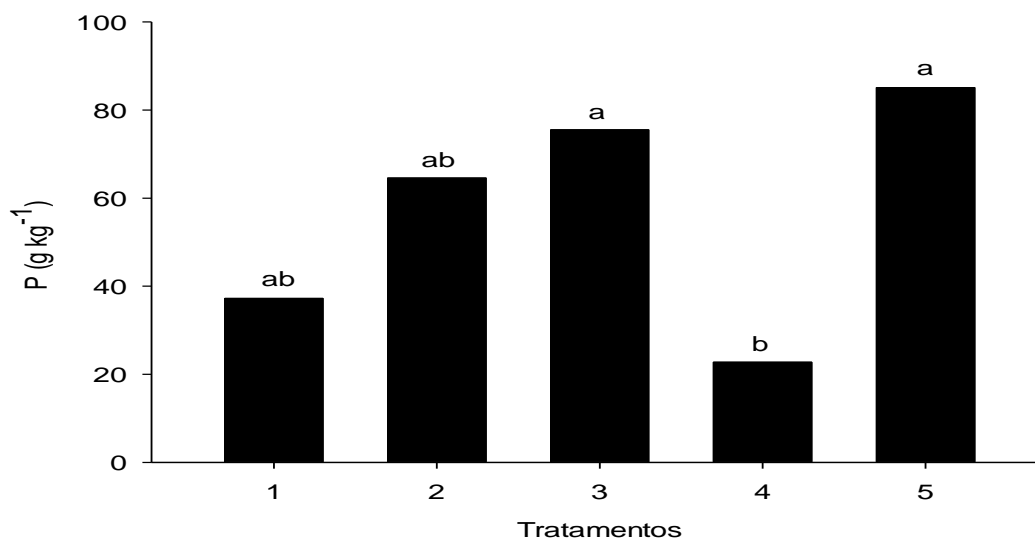


Os teores de fósforo disponíveis no solo na profundidade de 0-20 cm aumentaram significativamente no tratamento com esterco bovino associado ao pó de rocha (Figura 3), provavelmente, isso ocorreu devido a maior biodisponibilidade das frações orgânicas do esterco, o que favoreceu a maior taxa de mineralização, pelo aumento da atividade microbiana, que por sua vez, pode ter liberado ácidos orgânicos contribuindo com a solubilização dos nutrientes contidos no pó de rocha.

Os aumentos no solo do teor de P, em consequência do uso de esterco bovino, já foi relatado por outros autores (GRIFFIN et al., 2003; HAO; GODLINSKI; CHANG, 2008). Do mesmo modo, o aumento no P total já foi relatado (SHARPLEY; McDOWELL; KLEINMAN, 2004) e, tanto o aumento do P disponível quanto o do P total ocorrem pela adição do P presente no esterco que, mesmo estando em baixas concentrações (SHARPLEY; MOYER, 2000; PAGLIARI; LABOSKI, 2012), acaba sendo adicionado em grandes quantidades pelas altas taxas de aplicação dos esterco.

Do mesmo modo, em solos ácidos, a liberação de ânions orgânicos pode diminuir a adsorção de P por competição ou revestimento das superfícies dos óxidos e, ainda, pode haver complexação de Fe e Al pelos compostos orgânicos simples liberados da decomposição e, conseqüentemente, diminuição das reações de precipitação do fosfato com estes elementos (HUE et al., 1994).

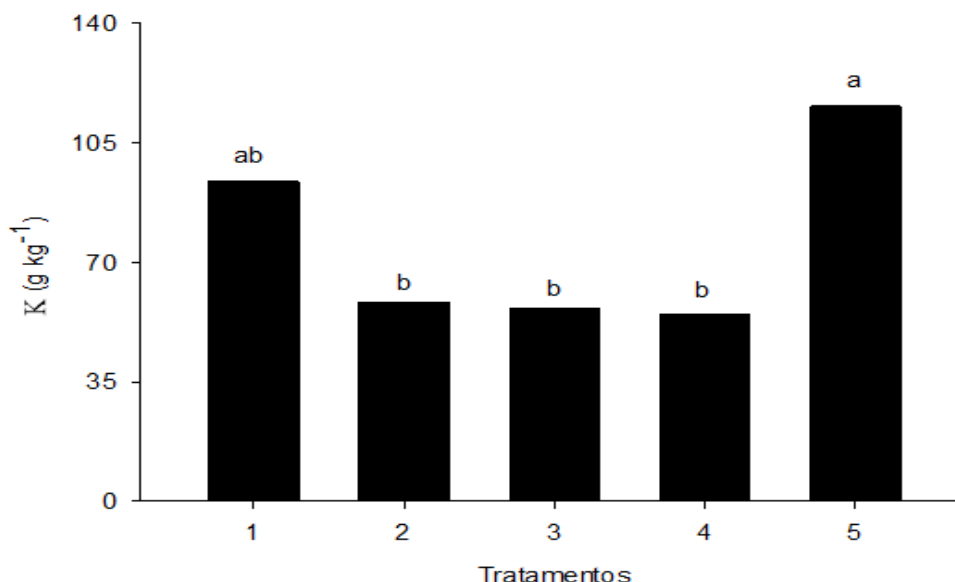
Figura 4: Teores de Fósforo de Neossolos Regolíticos, na profundidade de 20 - 40 cm em função dos tratamentos utilizados, T1 = Esterco bovino + Pó de rocha + Biofertilizante; T2 = Esterco bovino + Biofertilizante; T3 = Esterco Bovino; T4 = Esterco Caprino; T5 = Esterco bovino + Pó de rocha.



Nas camadas de 20-40 cm pode-se observar na (figura 4) que os níveis de P continuam alto nos tratamentos, entretanto não houve diferença significativa entre eles, exceto para o tratamento onde se aplicou apenas esterco caprino, o que resultou em uma menor quantidade de P biodisponível.

Mantidas as condições de clima e de solo, a velocidade de decomposição e liberação de nutrientes em resíduos orgânicos é primeiramente influenciada pela composição química do material, no caso dos esterco bovinos e caprinos nos quais são determinante na velocidade de decomposição, e no tempo de resiliência dos resíduos orgânicos no solo e com sua percolação a níveis mais profundos em que se destaca o P oriundo de esterco bovino. (MESSIAS & SILVA, 2008).

Figura 5 : Teores de Potássio de Neossolos Regolíticos , na profundidade de 0 - 20 cm em função dos tratamentos utilizados, T1 = Esterco bovino + Pó de rocha + Biofertilizante; T2 = Esterco bovino + Biofertilizante; T3 = Esterco Bovino; T4 = Esterco Caprino; T5 = Esterco bovino + Pó de rocha.



O teor de potássio, nos tratamentos T2, T3 e T4 se mantiveram semelhantes na profundidade de 0-20 cm, já no tratamentos T1 e T5, os teores de K foram significativamente maior em relação aos outros tratamentos. A disponibilidade de K diferiu entre os tipos de esterco sendo maior no esterco bovino quando associado ao pó de rocha sendo esse fato atribuído provavelmente, à solubilização do pó de rocha e liberação dos nutrientes contidos em seu interior. Segundo Camargo et al.(2012), a rocha reduzida a pó fornece apreciáveis quantidades de nutrientes ao solo, a sua aplicação proporciona a adição de colóides negativos devido à presença da sílica, os quais adsorção de cátions, como Ca^{+2} , Mg^{+2} e K^{+} impedindo que eles sejam levados pela água.

O teor de K na profundidade de 20-40 cm não diferiu significativamente entre os tratamentos avaliados.

5. CONCLUSÃO

Nas condições em que o estudo foi realizado concluiu-se o esterco caprino promoveu uma maior disponibilidade do nutriente nitrogênio; a associação de esterco bovino e pó de rocha, contribuiu com a maior disponibilidade de fósforo e para o nutriente potássio, a aplicação de esterco bovino associado ao pó de rocha e ao biofertilizante favoreceu o incremento dos teores no Neossolo Regolítico.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, J. **A modernização da agricultura**. Universidade Aberta do Brasil - UAB/UFRGS e Curso de Graduação Tecnológica - Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD UFRGS, Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2011, 94 p., il.

ALTIERI, M. A. **Agroecologia**: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável. 4. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2008.

BORCHARTT, L.; SILVA, I. F.; SANTANA, E. O.; SOUZA, C.; FERREIRA, L. E. Adubação orgânica da batata com esterco bovino no município de Esperança – PB. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 2, p. 482-487, 2011.

COLA, G. P. A.; SIMÃO, J.B.P. Rochagem como forma alternativa de suplementação de Potássio na agricultura agroecológica. **Revista Verde**, v. 7, n. 1, p. 1- 8, 2012.

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema de Produção da Batata**. Versão Eletrônica 2ª edição, Nov/2015 disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/132923/1/Sistema-de-Producao-da-Batata.pdf> . Acesso em: 04 de fev de 2020

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: EMBRAPA Produção de Informação; Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos. p. 412. 2006.

FILGUEIRA FAR. 2008. **Novo manual de olericultura**: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV. 402p

GALVÃO, S. R. S; SALCEDO, I. H. Soil phosphorus fractions in sandy soils amended with cattle manure for long periods. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, p.613-622, 2009.

GALVAO, S. R.; SALCEDO, I. H.; OLIVEIRA, F. F. Acumulação de nutrientes em solos arenosos adubados com esterco bovino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 01, p. 99-105, 2008.

GILKES RJ, ANAND RR & SUDDHIPRAKAN A **How the microfab-ric of soils may be influenced by the structure and chemical com-position of parent materials**. Proc ,2000 ; XIII ISSS Congress, Hamburg:1093–1106

GRIFFIN, T. S.; HONEYCUTT, C. W.; HE, Z. Changes in soil phosphorus from manure application. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.67, p. 645-653, 2003

HAEDER, H. E., BERINGER, H. **Potencial productvity of field crops under diferente envirimments**. 1. ed. Philippines: IRRI, 1983, v.1, 534 p.

HAO, X.; GODLINSKI, F.; CHANG, C. Distribution of phosphorus forms in soil following long-term continuous and discontinuous cattle manure applications. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.72, p.90-97, 2008.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – **Produção agrícola estadual em 2018**. Disponível em: . <https://www.ibge.gov.br/> Acesso em: 04 FEV. 2020

LOPES-ASSAD, M.L.; ROSA, M.M.; ERLER, G. & CECCATOANTONINI, S.R. **Solubilização de pó-de-rocha por Aspergillus niger**. Esp. Geogr., 9:1-17, 2006.

MENEZES, R.S.C.; SAMPAIO, E.V.S.B.; SILVEIRA, L.M.; TIESSEN, H. & SALCEDO, I.H. **Produção de batatinha com incorporação de esterco e/ou crotalária no Agreste paraibano**. In: SILVEIRA, L.; PETERSEN, P. & SABOURIN, E., orgs. **Agricultura familiar e agroecologia no semi-árido: avanços a partir do agreste da Paraíba**. Rio de Janeiro, AS-PTA, 2002. p.261-270.

MIELNICZUK, J. Matéria orgânica e a sustentabilidade de sistemas agrícolas. In: SANTOS, G.A.; CAMARGO, F.A.O (Eds.) **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Ed. Gênese. Porto Alegre, p. 1-8. 1999.

MURPHY, J.; RILEY, J. P. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. **Analytica Chimica Acta**, Amsterdam, v.27, p.31-36, 1962.

NASCIMENTO, J. T. *et al.* Efeito de leguminosas nas características químicas e matéria orgânica de um solo degradado. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 07, n. 03, p. 457-462, 2003.

OLIVEIRA, A. P. *et al.* Uso de esterco bovino e húmus de minhoca na produção de repolho híbrido. **Horticultura Brasileira**, v. 19, n. 01, p. 70-73, 2001.

PINHEIRO, S.; BARRETO, S. B. MB-4 - **Agricultura sustentável**: trofobiose e biofertilizantes, Alagoas: MIBASA, 2000. 273p.

PIMENTEL, M. S.; LANA, A. M. Q.; DEL-POLLI, H. Rendimentos agrônômicos em consórcio de alface e cenoura adubadas com doses crescentes de composto orgânico. **Revista Ciência Agronômica**, v. 40, n. 01, p. 106-112, 2009.

PINTO, C. M.; *et al.* Produtividade e índices de competição da mamona consorciada com gergelim, algodão, milho e feijão caupi. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. Mossoró, v.6, n.2, p.75-85. 2011.

SANTOS, J. F. *et al.* Produção de batata-doce adubada com esterco bovino em solo com baixo teor de matéria orgânica. **Horticultura Brasileira**, v. 04, n. 01, p. 103-106, 2006.

SABOURIN, E.; SILVEIRA, L. M.; TONNEAU, J. P.; SIDERSKY, P. **Fertilidade e agricultura familiar no Agreste Paraibano: um estudo sobre o manejo da biomassa**. Esperança: Cirad-Terra/ ASPTA, 59 p, 2000.

SILVEIRA, M. L.; LIMA, F. M. R. S. O uso de pó de rocha fosfática para o desenvolvimento da agricultura familiar no Semi- Árido brasileiro. JORNADA DA INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 15, 2007. Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 2007.

SILVA, A. P. *et al.* Manejo de fertilizantes minerais e orgânicos na cultura da batata em Neossolo Regolítico do agreste da Paraíba. **Agropecuária Técnica**, v. 23, n. 01/02, p. 35-41, 2002.

SHARPLEY, A. N.; MOYER, B. Phosphorus forms in manure and compost and their release during simulated rainfall. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v.29, p.1462-1469, 2000.

SNYDER, J.D. & TROFYMOW, J.A. A rapid accurate wet oxidation diffusion procedure for determining organic and inorganic carbon in plant and soil sample. **Commun. Soil Sci. Plant Anal.**, 15:587-597, 1984.

TEJADA, M.; GONZALEZ, J. L.; GARCÍAMARTÍNEZ, A. M.; PARRADO, J. Effects of different Green manure on soil biological properties and maize yield. **Bioresource Technology**, Miramar, v. 99, p. 1758-1767, 2008.

THEODORO, S. H. et al. Experiências de uso de rochas silicáticas como fonte de nutrientes. **Espaço e Geografia**, p.263-292, 2006.

TITO, G. A.; CHAVES, L. E. G.; Carvalho, H. O.; Azevedo, N. C. **Aplicação de bentonita em um regossolo eutrófico**. II. Efeitos sobre as propriedades químicas do solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.1, n.1, p.25-27, 1997.

VAN DELDEN A. 2001. Yield and growth components of potato and wheat under organic nitrogen management. **Agronomy Journal** 93: 1370-1385.

WELTER, M. K. et al. Efeito da aplicação de pó de basalto no desenvolvimento inicial de mudas de camu-camu (*Myrciaria dubia*). **Rev. Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 3, p. 922-931, 2011.